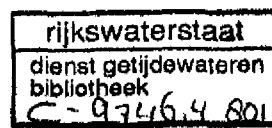


De ekologische ontwikkeling van de Voordelta



Deelrapport 4

Voorstellen voor monitoring en verder onderzoek

J.A. Craeymeersch\*, O. Hamerlynck\*\*, K. Hostens\*\*, A. Vanreusel\*\*  
& M. Vincx\*\*

\* Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Vierstraat 28, 4401 EA  
Yerseke, Nederland

\*\* Rijksuniversiteit Gent, Instituut voor Dierkunde, Sektie Mariene  
Biologie, K.L. Ledeganckstraat 35, B 9000 Gent, België

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat, Directie Noordzee

## Inhoud

<u>Inleiding</u> . . . . .	1
<u>1. Lakunes in de huidige kennis</u> . . . . .	2
<u>1.1. Geografische lakunes</u> . . . . .	2
<u>1.2. Kompartimentele lakunes</u> . . . . .	2
<u>1.3. Temporele lakunes</u> . . . . .	3
<u>1.4. Lakunes in de kwantificering van processen</u> . . . . .	3
<u>2. Naar een ecosysteemmodel van de Voordelta</u> . . . . .	4
<u>3. Een vinger op de pols</u> . . . . .	7
<u>4. Voorstellen voor verder onderzoek</u> . . . . .	9
<u>4.1. Monitoring van het Voordeltagebied</u> . . . . .	9
<u>4.2. Ecosysteemmodel van de Voordelta</u> . . . . .	9
<u>Referenties</u> . . . . .	10

## Inleiding

In de vorige nota's hebben we de huidige kennis van de Voordelta geschetst, om van daaruit in te gaan op de toekomstige ontwikkeling. Uit deze deelnota's bleek reeds dat er toch ook nogal wat lakunes in onze kennis van dit ondiepe kustsysteem zijn. In deze vierde en laatste nota over de ecologische ontwikkeling van de Voordelta willen we uitgaande van wat wel en niet geweten is over het huidige ecosysteem, een voorstel voor monitoring en verder onderzoek formuleren.

Gezien voor het Integraal Beleidsplan Voordelta de buitendelta van de Westerschelde niet van belang is, komt dit gebied in deze nota niet aan de orde.

In een ander kader zijn reeds als belangrijke eenheden voor beoordeling van het Voordelta ecosysteem de omvang van de zeehondenpopulatie en de aantallen van enkele belangrijke/representatieve vogelsoorten (overwinterende vogels als Zwarte Zeeëenden, Toppereenden, Brandganzen, Grauwe ganzen, Drieteenstrandlopers; doortrekkende steltlopers; fouragerende en/of broedende Grote Sterns; broedende Kluten; broedende Dwergsterns en Strandplevieren) genoemd (stukken van Bureau Duin+Kust), en we zullen in deze nota dan ook verder weinig aandacht besteden aan vogels en zoogdieren.

## 1. Lakunes in de huidige kennis

### 1.1. Geografische lakunes

Uit het tot nu toe uitgevoerd onderzoek blijkt dat het makrobenthos in de Haringvlietbuitendelta (althans in het gebied landwaarts van de Hinderplaat) sterk afwijkt van hetgeen in de rest van de Voordelta werd waargenomen. De meiobenthosmonsters die op één enkele lokatie in dat gebied genomen werden, bevestigen dit sterk afwijkend karakter. Een breed opgezet en geïntegreerd onderzoek van de Haringvlietbuitendelta waarbij ook de andere biologische kompartimenten onderzocht worden (i.e. meer lokaties meiobenthos, ook hyper- en epibenthos van de geulen) moet toelaten meer inzicht te krijgen in het karakter van het gebied en hypothesen te formuleren over de dominante processen die het systeem kenmerken. Ook in verband met plannen voor een gewijzigd spuibeheer of een open Haringvliet lijkt onderzoek in deze buitendelta prioritair.

### 1.2. Kompartimentele lakunes

Van een aantal componenten van het hele voedselweb, zoals in deelnota 3 geschetst, is de kennis totaal afwezig of onvoldoende. Dit geldt met name voor:

- fytoplankton

Hoe groot is produktie? Over welke periode grijpt die plaats? Treedt er een massale sedimentatie op tijdens korte periode of is sedimentatie meer gespreid over de tijd en in kleinere hoeveelheden? Wat is kwaliteit en kwantiteit van wat sedimenteert? Is plaatselijke primaire produktie voldoende voor benthos, of ook aanvoer van bijv. zoetwater (en hoe belangrijk is deze)? Wat is respons van bodemcomponenten (metabolisme van meio- en makrobenthos)?

- zoöplankton

Welk aandeel van het fytoplankton wordt in feite afgegraasd, welk deel komt de benthische voedselketen ten goede?

- hyperbenthos

Teneinde tot een betere kwantificering van dit kompartiment te komen zou een speciaal sonatype aangeschaft moeten worden. De aasgarnalen vormen snelzwemmende scholen die de tot nu toe gebruikte bemonsteringstoestellen kunnen ontwijken. Daardoor is er een diskrepantie tussen het belang van de aasgarnalen, zoals dit uit de studie van de voedselketen naar voren komt, en de berekende produktiecijfers. Met behulp van een dual-beam sonar kan dit verholpen worden.

- epibenthos

Vooral met betrekking tot de onzekerheden over dichtheid en biomassa van de verschillende epibenthische diergroepen is een gedetailleerde studie van de netefficiëntie van de gebruikte boomkor noodzakelijk. De waarde van alle schattingen van de fluxen naar de hogere trofische niveaus is essentieel afhankelijk van de nauwkeurigheid van de gebruikte netefficiënties.

### 1.3. Temporele lakunes

Voor het kompartiment epi- en hyperbenthos zijn slechts gegevens van 1 jaar beschikbaar. Daardoor is er geen kennis over de range van natuurlijke interannuele variaties in het systeem en is het ook niet mogelijk om de toestand in een toekomstig jaar te karakteriseren als "normaal" of "afwijkend".

### 1.4. Lakunes in de kwantificering van processen

Aan de hand van figuur 1 schetsten we in deelnota 3 de samenhang tussen de verschillende ekologische componenten. We wezen er toen reeds op dat de huidige kennis niet toelaat het kwantitatieve belang van de verschillende voedselstromen in te schatten. Lakunes zijn o.a.:

- Zeesterren zijn een belangrijke instabiliteitsfaktor voor makrobenthische populaties. Ze kunnen rampzalige effecten hebben op de produktiviteit van wilde schelpdierpopulaties (kokkel, *Spisula*). Dit is belangrijk zowel voor direkte exploitatie voor menselijke konsumptie als voor platvispopulaties. Kennis over hun preciese biomassa, dus over de netefficiënties, en over hun produktiviteit en energiebehoeften ontbreekt. Het vermoeden bestaat dat zeesterren omwille van hun geringe aktiviteit in staat zijn om zelf grote biomassa's op te bouwen op basis van relatief weinig voedsel. Bovendien worden ze zelf vrijwel niet gepredateerd. Een schatting van de met de zeesterren geassocieerde fluxen is nodig.
- Goede produktiviteitsschattingen van het benthos in functie van het voedselaanbod in water en bodem ontbreken en zijn eveneens nodig voor de koolstofluxberekening.
- Hoge produkties en sedimentatieprocessen geassocieerd met de fronten kunnen erg belangrijk zijn voor het systeem. Dikwijls worden op dergelijke fronten hoge fytoplankton biomassa's aangetroffen (hogere produktie, accumulatie), die dan weer beschikbaar zijn voor hogere trofische niveaus, waardoor fronten een sleutelpositie kunnen innemen in de hele voedselvoorziening van een bepaald gebied (Le Fèvre, 1986). Bij dergelijke fronten zijn overigens ook akkumulaties van o.a. viseieren en decapode larven (Le Fèvre & Grall, 1970; Pingree et al, 1974; Seliger et al, 1981) en zware metalen (Szekiela et al, 1972) waargenomen. Het biologisch belang is afhankelijk van ondermeer het type, de grootte en de duur van bestaan van een front. Ook in de Voordelta zijn bij rustig weer duidelijk onderscheiden watermassa's en een reeks min of meer parallelle fronten te zien. Gezien hierlangs ook dikwijls foeragerende sterns geconstateerd worden, lijkt ook hier frontvorming een tot nu toe echter niet nader in te schatten, maar belangrijke faktor voor het hele ecosysteem.
- Standing stock van de bakteriënpopulaties en de trofische relatie tussen de meio- en de mikrofauna
- De metabolische aktiviteit (respiratie) van het benthos, waardoor een idee wordt verkregen van het direkte aandeel van het (meio)benthos in afbraakprocessen
- Kennis van de mikrobiële processen geven indikaties over hoe snel de nutriënten (zowel van bodem als waterkolom) terug geregenereerd worden en opnieuw beschikbaar worden voor primaire produktie.

## 2. Naar een ecosysteemmodel van de Voordelta

Voor een rationeel beheer van een gebied zoals de Voordelta is een ecosysteemmodel, net als voor de Grevelingen en de Oosterschelde, een noodzakelijk instrument. Ecosysteemmodellen worden aktueel enigszins wantrouwend bekeken omdat ze er niet in geslaagd zijn alle effecten te voorspellen in veranderende systemen. De oorzaken voor dit falen zijn divers, maar liggen veeleer in de konkrete uitvoering dan dat ze op een intrinsieke deficiëntie van het modelleren zelf wijzen. Vaak werd in het wilde weg gemeten en werd het model in balans gebracht door om het even welke waarden te introduceren voor de niet gemeten grootheden. Het gevolg was een model dat gewoon geen instabiliteiten kon vertonen en bijgevolg ook geen zinvolle voorspellingen kon maken.

Men moet streven naar een wisselwerking tussen model en beheer. Het ene moet een instrument zijn voor het andere in beide richtingen. Een initiële voorspelling op basis van aktuele gegevens voor de ingreep moet na de ingreep gevolgd worden door een bijsturing op basis van de geregistreeerde effecten. Dit verbeterde model moet dan weer effecten van een volgende ingreep voorspellen tot men tot een werkende interactie tussen beheer en model komt.

Een belangrijk probleem bij vroegere modelleringsoefeningen was ook dat men een te algemeen en te veelomvattend model wilde kreëren dat weinig of geen specifieke voorspellingen toeliet. Een eerste voorwaarde is dus het model in omvang te beperken tot die delen van het systeem die we, met onze huidige kennis, kruciaal achten. De specificiteit van het model moeten we richten op het doel waar we het model voor willen gebruiken en dit in functie van het type ingrepen dat gepland wordt of van de verwachte spontane evolutie. Het is duidelijk dat een ecosysteemmodel van de Voordelta, gezien het belang van de bodem in ondiepe kustzones, in de eerste plaats gericht moet zijn op het benthos.

Konkreet denken we dat voor de Voordelta een dynamisch koolstoffluxmodel nodig is. Het grootste risico voor het systeem ligt vermoedelijk in het optreden van zuurstofgebrek in de eutrofe, relatief stagnante watermassa's in het lagunair systeem dat achter de banken ontstaat. Het optreden van anoxie heeft evidente rampzalige gevolgen voor het benthos (en eventuele schelpdierkultures), dat in dit ondiepe kustsysteem een kruciale rol in de voedselketen vervult. Als het benthos sterft zullen ook de demersale vissen, de vogels en de zeezoogdieren getroffen worden. Aangezien deze anoxische processen sterk tijdsafhanke-lijk zijn in relatie met rivierafvoer, zomertemperatuur en fytoplanktonbloei, is een model met een tijdsdimensie, dus een dynamisch model noodzakelijk.

De essentiële gegevens, nodig voor het opstellen van een model van de huidige situatie, hebben vooral betrekking op de oorsprong, de kwaliteit en het lot van het organisch materiaal in de Voordelta. Wat is in deze het relatief belang van lokale produktie, aanvoer vanuit de rivieren en aanvoer vanuit de Noordzee? Ook moet bijzondere aandacht besteed worden aan mogelijke concentratie-effecten bij bepaalde weertypes. Het totale benthos kan bijvoorbeeld wel in staat zijn om de totale fytoplanktonbloei op te vangen, maar als sedimentatie van deze bloei vanuit een groot gebied sterk gekoncentreerd wordt in de rustigste gebieden, kan anoxie optreden. De studie van het hyperbenthos heeft aangetoond dat dergelijke concentratie-effecten wel degelijk optreden. Gezien de complexiteit van de watermassabewegingen in het gebied zal dit vermoedelijk een belangrijke inspanning qua hydrodynamische modellering vragen. Ook de breed open boundary met de Noordzee zal een zorgvuldige benadering vergen.

Een belangrijk aspect van de modellering zal zijn greep te krijgen op de invloed van kwaliteit en kwantiteit van het beschikbare organisch materiaal op de relatieve dominantie van de suspension feeders ten opzichte van de deposit feeders. In de Voordelta komen zowel gemeenschappen van suspension feeders als van deposit feeders voor. In het Oosterschelde estuarium zijn suspension feeders dominant, wat, vanuit functioneel oogpunt, een stabiliserend effect had op de veranderingen in nutriëntenbelasting en hydrologische omstandigheden na de bouw van de stormvloedkering (Herman & Scholten, 1990). Suspension feeders kunnen de impact van veranderingen in nutriëntenbelasting, en aldus eutrofiëring, controleren wanneer ze het volume water in het beschouwde gebied kunnen filtreren met een tijdsconstante kleiner dan de hydrodynamische residentietijd en kleiner dan de tijdsconstante voor fytoplanktongroei, d.i. in ondiepe, goed gemengde watersystemen met een hoge biomassa aan suspension feeders (Oliver et al, 1982).

Wanneer suspension feeding immers belangrijker wordt dan nutriëntenbeperking als controlemechanisme op het fytoplankton, wordt het systeem erg kwetsbaar (Herman & Scholten, 1990). In dit verband is het dan ook niet onbelangrijk de gevolgen van een verminderde biomassa aan suspension feeders in een nutriëntenrijker gebied te evalueren. Immers, in bepaalde gebieden kan de biomassa, mede onder invloed van visserij, sterk fluctueren van jaar tot jaar. Zo is in het gebied tussen de Hinderplaat en Voorne de biomassa aan suspension feeders in de periode sept.1988 - sept.1989 gedaald van gem. 20 gADW/m<sup>2</sup> tot 3.4 gADW/m<sup>2</sup> (Craeymeersch et al, in prep.). Komt het voedsel dan beschikbaar voor deposit feeders? Zullen deposit feeders dan dominant worden? En wat zijn de verdere gevolgen van zo'n belasting in een door deposit feeders gedomineerd systeem? Een inzicht in de verschuivingen van de ene ten opzichte van de andere is essentieel.

Verschuivingen treden zeker ook op binnen de meiofauna en dit kan door effecten op de remineralisatie een belangrijke rol spelen. In de totale energieflux van benthische ecosystemen zijn nematoden erg belangrijk. Dikwijls zijn nematoden het dominante taxon (binnen de metazoa) met populatiedichtheden in de orde van 10<sup>6</sup> individuen per m<sup>2</sup>. Niettegenstaande hun biomassa slechts 3 % van het makrobenthos bedraagt, is hun turn-over rate veel hoger dan deze van makrobenthische organismen (turnover van meiofauna is 9 of zelfs meer (zie o.a. Vranken et al, 1986) tegenover meestal minder dan 4 voor macrobenthos organismen (Robertson, 1979)). Het belang van de nematoden als voedselbron is echter onduidelijk. Ze worden slechts sporadisch, zij het soms met hoge aantallen, teruggevonden in de magen van enkele bodemvissen. Nematoden zijn echter erg belangrijk in het in stand houden en het stimuleren van de groei van bacteriënpopulaties (Findlay & Tenore, 1982; Alkemade et al, in prep.). Vooral de detritus- en bacteriëneters hebben een belangrijke impact op de dichtheden, de metabolische activiteit en de samenstelling van de mikrobiële gemeenschappen. Aangezien een groot deel van het organisch materiaal akkumuleert op de zeebodem, zijn voornamelijk de benthische bacteriën verantwoordelijk voor de afbraakprocessen die leiden tot regeneratie van nutriënten zoals ammonium, nitraten, nitrieten en fosfaten.

Een dergelijk model kan dan gebruikt worden voor het doorrekenen van effecten van allerlei beleidsscenario's. We denken hierbij bijv. aan voorspellingen over de effecten van de Rijnafvoer in de Voordelta. Bij een open Haringvliet zal meer eutroof water zuidelijker in de Voordelta terechtkomen. Daardoor zal er een toenemend effect zijn op de gebieden die een lagunaire evolutie ondergaan. De vraag is dan of het benthos dit aankan bij een gegeven Rijnafvoer en gegeven meteorologische omstandigheden. Ook de te verwachten verdere eutrofiëring van het Noordzeewater

moet in rekening gebracht worden. Dit alles is ook zeker van belang voor het onderzoek naar de mogelijkheden voor de vestiging van schelpdierkultures. Visserij kan een belangrijke rol gaan spelen in het functioneren van het ecosysteem, doordat op een korte tijd de biomassa aan suspension feeders verwijderd wordt.

Voor het voorspellen van de effecten van relatief kleine ingrepen, zoals gepland voor de kustverdediging, is een dynamisch ecosysteemmodel dat de essentiële koolstofluxen beschrijft, niet noodzakelijk. Ze kunnen wel als submodel binnen het grotere model geacommodeerd worden.



### 3. Een vinger op de pols

Om de evolutie van de Voordelta te volgen o.i.v. de zich voltrekkende veranderingen en om de "gezondheid" van het systeem te monitoren, moet een regelmatig bemonsteringsschema aangehouden worden. Dit moet zowel gericht zijn op het volgen van "early warning" parameters voor ontsporing zoals bvb. de nematoden / copepodenratio, als op parameters die meer de lange termijntrends volgen als eindresultaat van het gehele functioneren.

Klassiek kan men deze trends best vaststellen aan de toppredatoren. Helaas vormen de echte toppredatoren aktueel slechts een heel pover lijstje in de Voordelta en kunnen we aan hun aan- of afwezigheid slechts weinig konklusies verbinden. Wat moeten we bvb. konkluderen als er maar 5 zeehonden meer zouden zijn i.p.v. 10, of als er in een bepaald jaar een zeehondenjong geboren zou worden en het jaar daarop terug geen enkel?

Uit de studie van de endobenthische gemeenschappen van de Voordelta (zie deelnota's 1, 2 en 3) kunnen een aantal indikaties voor een gezond gebied opgesomd worden. We nemen als voorbeeld het meiobenthos.

\* een hogere diversiteit op taxonniveau

Naast nematoden zullen ook copepoden (een belangrijke voedselbron voor hogere trofische niveaus) met hogere abundanties aanwezig zijn. Copepoden zijn immers veel gevoeliger voor verstoring (meer bepaald organische aanrijking) van het milieu. Hun dichtheden nemen af bij toenemende organische vervuiling. We stelden vast dat de gebieden in de Voordelta die het meest onderhevig zijn aan organische pollutie (met name het gebied ter hoogte van de Nieuwe Waterweg, de Haringvlietsluizen en de Westerscheldemonding) gekenmerkt worden door lage dichtheden van de copepoden. Nochtans moet opgemerkt worden dat, niettegenstaande de lage copepodendichtheden in de buitendelta van de Grevelingen, de hogere trofische niveaus (hyper- en epibenthos) daar zeer goed vertegenwoordigd zijn. Hieruit blijkt nogmaals dat het gebruik van één parameter niet volstaat om een gebied te monitoren.

\* een hogere diversiteit op soortniveau

Minder dan 10 nematodensoorten per 10 cm<sup>2</sup> kan een indicatie zijn voor de impakt van stress op de aanwezige meiobenthosgemeenschappen. In normale, 'gezonde' omstandigheden worden er in de Voordelta steeds meer dan 20 nematodensoorten per 10 cm<sup>2</sup> gevonden. Indien er minder soorten aanwezig zijn, wijst dit op het feit dat alleen eurytope, tolerante soorten (zoals Ascolaimus elongatus, Sabatieria celtica, S. punctata, Daptonema tenuispiculum) kunnen overleven en zelfs relatief abundant worden (tot meer dan 80% van de totale gemeenschap wordt gevormd door enkele soorten), terwijl de meeste soorten verdwijnen.

Daarnaast kan echter ook een lage saliniteit medeverantwoordelijk zijn voor een lager soortenaantal (bv. ter hoogte van de Haringvlietsluizen). De aard van de verstoring die de structuur van de gemeenschappen beïnvloedt, kan pas vastgesteld worden bij een studie op soortniveau.

\* soortensamenstelling van de nematodengemeenschappen

Deze is relatief eenvoudig te monitoren in de Voordelta aangezien de belangrijkste soorten voldoende gekend zijn. Aan de hand van de soortensamenstelling kan een idee verkregen worden over:

- veranderingen in de sedimentsamenstelling (sedimentatie en erosie)
- het dominant effect van andere omgevingsfactoren dan het sediment (bijv. saliniteit)

Het volgen van de evolutie van gemeenschappen moet om nog een andere reden de voorkeur krijgen boven het volgen van enkele individuele soorten. Doel hiervan is zeker niet iets over de zeldzame soorten te zeggen. Immers, afwezigheid van een altijd al zeldzame soort kan toegeschreven worden aan het feit dat of 1) een soort er effectief niet voorkomt, of 2) een soort niet gevonden is door bijv. een te kleine bemonsteringsinspanning. Maar van jaar tot jaar kunnen andere soorten dominant zijn binnen een bepaalde gemeenschap. Uit onderzoek op de slikken van Vianen (Oosterschelde) blijkt dat slechts 2 van de 5 meest dominante soorten bij de start van het onderzoek na zeven jaar nog in de top 5 voorkwamen (Meire, niet gepubliceerde gegevens gepresenteerd op het 19de ECSA symposium, Caen (Fr), september 1989). De top 5 bestond over die zeven jaar uit 10 soorten, de top 10 uit 18 soorten. Na één jaar reeds werden dissimilariteiten van 30 tot 70% waargenomen. Daarenboven kan een toename van een eerst onbelangrijke soort de soortensamenstelling ter plaatse sterk veranderen. Zo werd in de baai van de Somme (Fr.) geconstateerd dat door de vorming van Pygospio-banken de kokkelbanken verdwenen, wat een plaatselijke crisis in de visserij tot gevolg had (Lemoine et al, 1988). Enkel door het volgen van alle soorten kan een dergelijke verband achterhaald worden.

De studie van het hyperbenthos in de Voordelta heeft belangrijke resultaten opgeleverd, met name een inzicht in de mechanismen die de relatieve rijkdom van de Grevelingenbuitendelta bepalen. Wel is nog meer fundamenteel onderzoek noodzakelijk voor het kwantificeren van het hyperbenthos (sonar). Dit neemt niet weg dat het betrekken van het hyperbenthos in de gemeenschapsanalyse zeer waardevol is. Het aspekt kwantificeerbaarheid is bij dit type analyse minder belangrijk.

Veranderingen in de demersale visfauna geven een goed beeld van een totaalsom aan processen in de verschillende kompartimenten van het bodemleven. Vissen en epibenthos zijn met een boomkor vrij gemakkelijk te bemonsteren en spelen een belangrijke rol in het systeem.

Vogels zijn relatief gemakkelijk te tellen. Vogeltellingen zouden zeker tot het monitoringprogramma moeten behoren. Watervogeltellingen worden in de meeste Europese landen georganiseerd wat toelaat gegevens uit de Voordelta in een bredere kontekst te plaatsen. Alhoewel een gegeven zoals daling van het aantal zwarte zeeëenden bij Goeree op zich weinig zegt, kan dit door vergelijking met andere gebieden bvb. wijzen op voedsel-limitering. Een voortzetting van de tellingen vanuit de lucht is dan ook aan te bevelen.

Het regelmatig onderzoeken van de onderscheiden benthische gemeenschappen één of enkele trofische niveaus onder de toppredatoren moet toelaten na te gaan of de juiste voorwaarden gekreëerd worden voor het optimaal functioneren van het systeem.

#### 4. Voorstellen voor verder onderzoek

##### 4.1. Monitoring van het Voordeltagebied

Gezien de reeds vrij uitgebreide reeks gegevens die beschikbaar zijn over de biota van de Voordelta, kan men zich voor een basis monitoring-programma beperken tot een geïntegreerde monsternamen waarbij alle benthische kompartimenten (biologische en abiotische, zoals sediment-samenstelling, zware metalen, ...) bemonsterd worden op een gestratificeerd gerandomiseerde wijze (de diepte lijkt ons hiervoor een geschikte maat). In de biotische kompartimenten zelf moeten eveneens regelmatig de gehalten aan zware metalen en andere mikropolluenten bepaald worden.

Praktisch zien we volgend monsterprogramma voor ogen: 50 monsterpunten (verdeeld over 10 strata (met name 3 dieptestrata per buitendelta (Oosterschelde, Grevelingen, Haringvliet) + 1 extra stratum langs landzijde van Hinderplaat), 5 per stratum), te bemonsteren in voor- of najaar (o.m. afhankelijk van de benthische komponent) waarbij bemonsterd wordt:

- makrobenthos (soortensamenstelling, dichtheden, biomassa's,...)
- meiobenthos (dichtheden hogere taxa, Nem/Cop ratio, soorten-samenstelling van 1 monster per stratum)
- hyper-/epibenthos (soortensamenstelling, dichtheden, biomassa,...)

Verwerking hiervan duurt ongeveer 3 maanden per onderzocht kompartiment.

##### 4.2. Ekosysteemmodel van de Voordelta

Het monitoringprogramma is vrij beperkt gehouden daar we het inderdaad wenselijk achten om in de toekomst meer energie te spenderen aan het opstellen van een ecosysteemmodel voor de Voordelta (hoofdstuk 2). In dit model moeten uiteraard alle lakunes (paragraaf 1.2.) ingevuld worden. Het meest ideaal is een dynamisch koolstoffluxmodel waarbij alle biota op maandelijkse intervallen worden bemonsterd. Dit lijkt ons een zware opdracht maar niettemin noodzakelijk om aan de minimum vereisten van een model in functie van beheer te voldoen. Daarom stellen we het volgende voor. Zowel in de Grevelingen als de Oosterschelde buitendelta wordt een rijk proefgebied (geul) met een armer proefgebied (plaat) vergeleken in al zijn biota (zie ook 1.2.) en belangrijkste abiotische karakteristieken. Als proefgebieden stellen we oppervlaktes van 3 x 3 km voor. Per proefgebied nemen we 3 monsters en de monsters moeten in functie van regeneratie van de nutriënten in de bodem opgesplitst worden in verticale profielen (0-2, 2-4, 4-10 cm). Tijdens 18 maanden (1 jaar monstereën; 6 maanden uitwerking) is minimaal per kompartiment 1 academicus (en/of technicus) gewenst die de gegevens verzamelt en uitwerkt. Met de hulp van de modelkennis die voorhanden is in het DIHO kan dan, naar analogie met de Oosterschelde en Grevelingen, een ecosysteemmodel opgebouwd worden.

## Referenties

- Alkemade, J.R.M., A. Wielemakers & M.A. Hemminga, in prep. Stimulation of bacterial decomposition of Spartina anglica leaves by the marine nematode Diplolaimelloides brucei.
- Craeymeersch, J.A., A. Engelberts & J. Buijs, in prep. Evaluatie-onderzoek Grootchalige Locatie: onderzoek naar de effecten op bodemdieren. Voortgangsrapportage 1990. DIHO.
- Findlay, S. & K.R. Tenore, 1982. Effects of a free-living marine nematode (Diplolaimella chitwoodi) on detrital mineralization. Mar. Ecol. Prog. Ser. 8, 161-166.
- Herman, P.M.J. & H. Scholten, 1990. Can suspension feeders stabilize estuarine ecosystems? Trophic relationships in the marine environment. Proceedings of the 24th European Marine Biology Symposium (Ed.s. M. Barnes & R.N. Gibson). Aberdeen Univ. Press. pp. 104-116.
- Le Fèvre, J., 1986. Aspects of the Biology of Frontal Systems. Adv. Mar. Biol. 23, 163-299.
- Le Fèvre, J. & J.R. Grall, 1970. On the relationships of Noctiluca swarming off the western coast of Brittany with hydrological features and plankton characteristics of the environment. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 4, 287-306.
- Lemoine, M., M. Desprez & J.-P. Ducrotoy, 1988. Exploitation des ressources en bivalves de la Baie de Somme. Rapports scientifiques et techniques de l'IFREMER, No. 8, 177pp.
- Officer, C.B., T.J. Smayda & R. Mann, 1982. Benthic filter feeding: a natural eutrophication control? Mar. Ecol. Prog. Ser. 9, 203-210.
- Pingree, R.D., G.R. Forster & G.K. Morrison, 1974. Turbulent convergent tidal fronts. J. mar. biol. Ass. U.K. 54, 469-479.
- Robertson, A.I., 1979. The relationship between annual production:biomass ratios and lifespans for marine macrobenthos. Oecologia (Berl.) 38, 193-202.
- Seliger, H.H., K.R. McKinley, W.H. Biggley, R.B. Rivkin & K.R.H. Aspeden, 1981. Phytoplankton Patchiness and Frontal Regions. Mar. Biol. 61, 119-131.
- Szekiela, K.-H., S.L. Kupferman, V. Klemas & D.F. Polis, 1972. Element Enrichment in Organic Films and Foam Associated with Aquatic Frontal Systems. J. Geophys. Res. 77, 5278-5282.
- Vrancken, G., P.M.J. Herman, M. Vincx & C. Heip, 1986. A reevaluation of marine nematode productivity. Hydrobiologia 135, 193-196.

Figuur 1. Voedselweb Voordelta

